

(株) 西沢組

正会員 ○山崎 啓司

高知工業高等専門学校

正会員 横井 克則

徳島大学建設工学科

フェロー 水口 裕之

1. はじめに

コンクリートの疲労性状は、繰り返し荷重の作用方法が変化に富み、また、疲労試験に長時間を要することやその結果が大きくばらつく等の簡単に解決できない複雑な要因を持つため、まだ的確に把握されているとはいえない。軽量骨材コンクリートに関しても、その疲労強度が普通コンクリートと同程度とするもの、小さくなるものなど様々であり、まだ十分な研究がなされていない¹⁾。本研究では高強度軽量骨材コンクリートをPC床版用材料として利用するための基礎的資料を得るため、構造物疲労試験機システムを用いて疲労試験を行うことで、高強度軽量骨材コンクリートの設計疲労強度に対する検討を行った。

2. 実験概要

2. 1 使用材料およびコンクリートの配合

使用したセメントは早強ポルトランドセメント、混和剤は高性能AE減水剤、骨材は粗骨材、細骨材共に人工軽量骨材を使用した。各材料の特性を表-1に、各コンクリートの示方配合表を表-2に示す。

2. 2 供試体および荷重方法

供試体は、表-2に示す配合で、疲労試験装置の最大能力(200kN)を考慮して、 $\phi 5 \times 10$ cm 供試体を作製した。荷重は、まず任意に抽出した各コンクリートの最大圧縮荷重を圧縮強度試験によって残りの供試体を疲労試験に供した。また、繰り返し荷重は、供試体が破壊するまで連続して行ったが、繰り返し荷重回数が200万回を超えれば供試体が破壊しなくても疲労試験を終了し、圧縮強度試験により残存強度を求めた。

3. 実験結果および考察

3. 1 圧縮強度試験

圧縮強度試験により得られた結果を表-3に示す。以上の結果からも分かるように、圧縮強度にかなりのバラツキがみられる。この理由として、混和剤の多量の使用による材料分離が原因と考えられる。

3. 2 圧縮疲労試験

圧縮疲労試験によって得られたコンクリートの疲労寿命Nと上限応力比Sの関係は、片対数グラフ上で直線によって表されるのが一般的である。その例として、LC-35-0.5の疲労試験結果を図-1に、LC-45-0.5の疲労試験結果を図-2に示す。S-N曲線の傾きは疲労強度の大きさを表すものであり、傾きが小さい場合は疲労強度が大きく、傾きが大きい場合は疲労強度が小さいとされている。各コンクリートのS-N曲線の傾きを算

表-1 実験材料の特性

	最大寸法 (mm)	絶対比重	表乾比重	吸水率 (%)	粗粒率 FM
粗骨材	20	1.26	1.66	28.8	6.27
細骨材	—	1.69	2.00	4.1	2.93
セメント	—	3.14	—	—	—

表-2 示方配合表

供試体名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (cc)
			W	C	S	G	
LC-30-1.1	30	38	159	531	387	470	5841
LC-35-2.5	35	38	168	480	432	525	12000
LC-35-0.5	35	38	150	427	414	503	2135
LC-45-0.5	45	38	150	332	432	526	1660
LC-55-1.1	55	38	159	289	436	530	3179
LC-55-0.5	55	38	150	272	445	541	1360
LC-65-2.5	65	38	150	231	494	601	5775

※LC-30-1.1: W/C=30%、混和剤量がC×1.1%の軽量コンクリート

表-3 圧縮強度

供試体名	圧縮強度 (N/mm ²)
LC-30-1.1	41.98
LC-35-2.5	21.05
LC-35-0.5	49.62
LC-45-0.5	49.72
LC-55-1.1	21.12
LC-55-0.5	36.39
LC-65-2.5($\phi 10 \times 20$ cm)	19.52

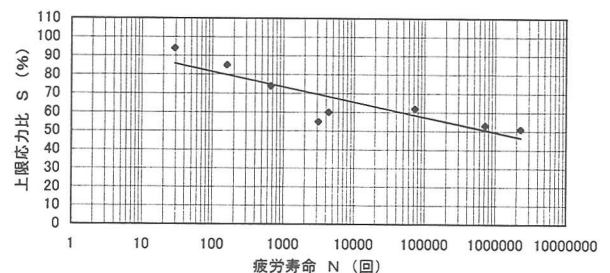


図-1 LC-35-0.5のS-N曲線

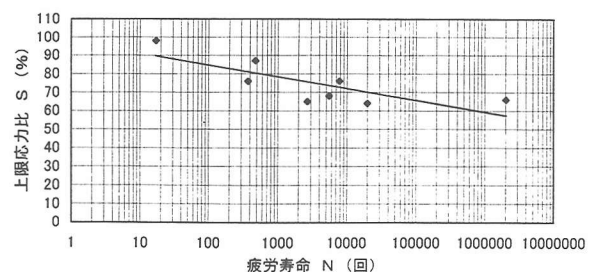


図-2 LC-45-0.5のS-N曲線

定し、その結果を表-4 に示す。以上の結果から分かるように、LC-55-1.1 のS-N曲線の傾きが最も小さくなり、疲労強度が大きいということになるが、圧縮強度による影響はないと思われる。

3. 3 S-N曲線式の検討

一定の繰り返し载荷（最大応力度および最小応力度が一定）を受けるコンクリートの破壊までの载荷回数Nと応力レベルSとの関係は、式（1）の形に通常表される¹⁾。

$$\begin{aligned} \log N &= K(1 - S_{\max}) / (1 - S_p) \\ &= K \{1 - S_r / (1 - S_p)\} \end{aligned} \tag{1}$$

ここに、 $S_{\max}$: 上限応力比、 S_p : 下限応力比、 $S_r: S_{\max} - S_p$ 、 K : 片対数グラフ上でのS-N曲線の勾配に関する定数

この式(1)のK値を求めるために、 $\log N$ と $S_r / (1 - S_p)$ の関係の例として、LC-35-0.5 と LC-45-0.5 の結果を図-3、図-4 に示す。最小自乗法を用いて求められた $\log N$ と $S_r / (1 - S_p)$ の関係を表す直線の傾きの逆数がK値となる。各コンクリートの圧縮強度とK値の関係を表すグラフを図-5 に示す。

ここで、今までのデータによって求められたKと、コンクリート標準示方書（設計編）に示されたKについて比較してみる。コンクリート標準示方書では、

- ①普通コンクリートの場合 $K = 17$
- ②普通コンクリートで継続してあるいはしばしば水で飽和される場合、および軽量骨材コンクリートの場合 $K = 10$ となっている²⁾。コンクリートの単位重量が小さくなるにつれてK値が減少していくことも分かっている。

本実験で求められたK値は、図-5 から分かるように、バラツキは若干みられるが、10 前後という結果が得られた。このことから、軽量コンクリートの圧縮強度の大小に関係なく、K値は10 程度になると考えられる。

4. まとめ

- (1)一定繰り返し荷重を受ける軽量骨材コンクリートの圧縮疲労寿命は、普通コンクリートの圧縮疲労寿命と同様に対数正規分布に従った。
- (2)軽量骨材コンクリートの疲労寿命は、繰り返し応力の上限応力比と下限応力比に影響されていた。すなわち、下限応力比が一定の場合には、上限応力比が大きいほど疲労寿命は小さくなった。
- (3)高強度軽量骨材コンクリートにおいても、K値は通常の10 程度となった。

参考文献

- 1) 岡村甫：コンクリート構造の限界状態設計法、1984. 5
- 2) 土木学会編：コンクリート標準示方書（平成8年度版）設計編、土木学会、1996

表-4 S-N曲線の傾き

供試体名	S-N曲線の傾き 上限応力比/疲労寿命 $\log N$
LC-30-1.1	-4.255
LC-35-2.5	-4.305
LC-35-0.5	-3.497
LC-45-0.5	-2.748
LC-55-1.1	-2.293
LC-55-0.5	-3.266
LC-65-2.5($\phi 10 \times 20\text{cm}$)	-4.493

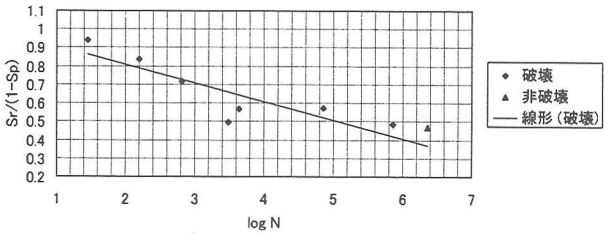


図-3 LC-35-0.5 の圧縮疲労

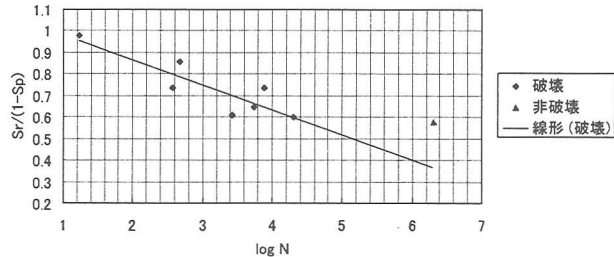


図-4 LC-45-0.5 の圧縮疲労

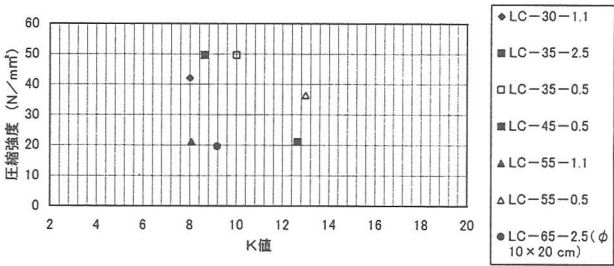


図-5 K値と圧縮強度の関係